



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102518432 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201110439139. 2

CN 2872358 Y, 2007. 02. 21,

(22) 申请日 2011. 12. 23

CN 101109739 A, 2008. 01. 23,

EP 0899417 A, 1999. 03. 03,

(73) 专利权人 西南石油大学

审查员 李谨

地址 610500 四川省成都市新都区新都大道
8号

(72) 发明人 李早元 郭小阳 邓智中 程小伟
杨绪华 李明 林友建 辜涛
赵启阳

(74) 专利代理机构 成都市辅君专利代理有限公
司 51120

代理人 杨海燕

(51) Int. Cl.

E21B 49/00 (2006. 01)

E21B 33/13 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006219407 A1, 2006. 10. 05,

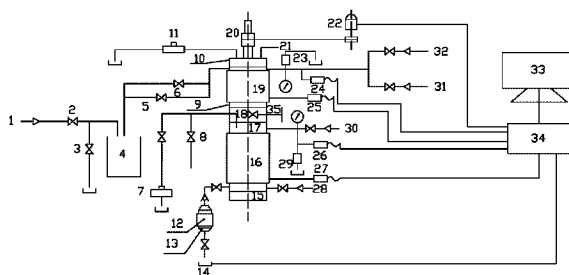
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

高温高压漏失地层模拟封堵测试装置

(57) 摘要

本发明涉及高温高压漏失地层模拟封堵测试装置, 主要由气源、油箱、上釜体、下釜体、水源、磁力驱动器、中央处理系统、集液罐组成, 上釜体连接油箱、气源, 下釜体连接水源, 上釜体、下釜体既分别连接加压泵、泄压泵, 又分别连接压力传感器和热电偶, 该压力传感器、热电偶与中央处理系统相连; 上釜体内部有浆叶, 浆叶转轴通过磁力驱动器被变频器带动旋转; 下釜体内部有模拟岩心并连接集液罐。本发明能模拟钻井工作液在不同井深、温度、压力、漏失类型的地层条件、浆体流态以及井筒和地层之间高温高压下的压差等复杂工况条件, 测试堵漏相关参数确定漏失封堵效果, 从而优选出钻井工作液体系。



1. 高温高压漏失地层模拟封堵测试装置,由气源(1)、油箱(4)、上釜体(9)、下釜体(17)、水源(28)、磁力驱动器(20)、变频电机(22)、中央处理系统(34)、数据显示系统(33)、集液罐(13)组成,其特征在于,所述上釜体(9)有上釜盖(10)、上釜体加热器(19),下釜体(17)有下釜盖(15)、下釜体加热器(16),上釜体和下釜体之间有中间釜盖(18)和连通阀(35);所述上釜体连接油箱(4)和气源(1)并设有溢油观察口(21),上釜体连有回油阀(6)和回油气源(32),所述上釜体既分别连接上釜体加压泵(31)、上釜体泄压泵(11),又分别连接上釜体压力传感器(24)和上釜体热电偶(25),所述上釜体压力传感器、上釜体热电偶与中央处理系统(34)相连;所述下釜体连接水源(28)并设有溢水观察口(8),所述下釜体既分别连接下釜体加压泵(30)、下釜体泄压泵(7),又分别连接下釜体压力传感器(26)和下釜体热电偶(27),所述下釜体压力传感器、下釜体热电偶与中央处理系统(34)相连;所述上釜体内部有浆叶(41),浆叶转轴(37)通过磁力驱动器(20)被变频电机(22)带动旋转,该电机与中央处理系统(34)相连;所述下釜体内部有模拟岩心(42),所述模拟岩心有漏失通道(43),中间釜盖(18)通过螺纹和模拟岩心(42)连接;所述下釜体连接集液罐(13)和电子天平(14),电子天平与中央处理系统(34)相连;所述中央处理系统连接数据显示系统(33)。

2. 如权利要求1所述的模拟封堵测试装置,其特征在于,所述上釜体、下釜体分别连接上釜体爆破片(23)、下釜体爆破片(29)。

3. 如权利要求1所述的模拟封堵测试装置,其特征在于,所述集液罐连有冷凝器(12)。

4. 如权利要求1所述的模拟封堵测试装置,其特征在于,上釜体和下釜体之间有中间釜盖(18),并通过旋转主轴(36)同轴旋转。

5. 如权利要求1所述的模拟封堵测试装置,其特征在于,所述上釜体内部有浆叶(41),浆叶上依次有垫圈(40)、隔膜片(39)和压盖(38)以分隔浆体和上部的加压介质。

高温高压漏失地层模拟封堵测试装置

所属技术领域

[0001] 本发明涉及一种能较好地实时模拟钻完井工作液在井筒内动态流动至漏层全过程并对进行动态封堵的评价仪器。通过对不同井深的温度、压力、漏失通道等地层条件,流动状态、压差等复杂工况下封堵效果的测试评价优选出与漏失环境相匹配的堵漏材料及相应的堵漏浆体体系,实现了对石油、天然气勘探开发钻井、固井、完井、修井、打水泥塞、挤水泥等作业过程中井筒和地层都处于高压下的漏失环境模拟及封堵效果的测试。

背景技术

[0002] 钻完井及后续作业过程中经常遇到同一裸眼井段存在多套压力体系,不同方向构造应力作用促使纵横交错裂缝发育,地层水的溶蚀形成大小不同的溶洞等复杂地质条件,由于井筒内的有效液柱压力和地层压力不平衡当连通通道开启时常出现井漏、又漏又喷等复杂井下情况。如果不能及时采取有效的防漏堵漏措施将会严重影响继续作业,导致工程周期的延长,相应成本的增加。金鸡 1 井由于漏失从开钻到钻至井深 520m 堵漏 100 多次,耗时 4.5 个月,该井共漏失工作液超过 73000m³。塔深 1 井在钻至井深 6237.39m 时发生井漏,钻至井深 6800m 四开完钻,该漏层累计漏失钻井液 5624m³。

[0003] 针对不同的地层特征、工况通过有效的模拟评价仪器优选出与之对应的堵漏材料和堵漏浆体体系,为堵漏工艺的确定及后续措施的制定,提供了有效的参考资料。国内外实验室多用 API 室内静态堵漏评价装置,一次实验需要浆体多达的 4000ML,常温、氮气加压不能对地层高温高压的地层环境得到有效的模拟,通过弹珠的随机堆积或 6.4mm 厚的缝板对于地层的模拟程度不高;国内相关专利有实用新型专利,如水泥浆堵漏模拟试验装置(ZL200520119105.5),浆体在该仪器内是静态的模拟对于流态的变化没得到体现;一种钻井堵漏模拟试验装置(ZL200520070609.4)下本体上下的滤网对封堵效果的影响较大引起模拟失真;钻井堵漏模拟试验装置(ZL02243296.5),该仪器未能对实验相关参数进行实时采集,不便于实验结束后的分析;发明专利有智能高温高压动态堵漏评价实验仪(ZL200510019252.X)该装置中从不漏到漏失的过程没得到完整的模拟,且为氮气加压,对于高压是否对堵漏有影响没得到体现。这些仪器共同的不足:对浆体是在两个高压系统下的压差下漏失没得到体现,对于封堵后期的继续作业中如果存在井筒压力低于漏层压力的情况对于前期的堵漏效果的影响不能进行有效的评价,对于堵剂随时间的推移由于环境的变化起物理、化学性能变化从而影响堵漏效果评价也没得到体现。

[0004] 因此,研究一种能有效模拟地层情况和现场工况的堵漏评价仪器优选出相应的堵漏材料及体系,对油田的开发具有十分重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种高温高压漏失地层模拟封堵测试装置,该装置能够有效模拟钻井工作液在不同的井深、温度、压力、漏失类型的地层条件、浆体流态、以及井筒和地层之间高温高压下的压差等复杂工况条件。利用该装置通过浆体漏失量、封堵层位、单位

时间地层承压提高能力、反排替压力等堵漏相关参数进行测试基于地层破裂压力的高压下的漏失封堵效果,从而优选出钻井工作液体系,为现场施工提供室内依据。

[0006] 为达到以上技术目的,本发明提供以下技术方案。

[0007] 高温高压漏失地层模拟封堵测试装置,有能模拟井筒内温度、压力、浆体流态的井筒模拟器,模拟不同漏失通道的模拟岩心,模拟井筒压力和地层压力之间压差的地层模拟器,给实验提供电气的能源,对于实验流体提供流通通道并可模拟不同漏失通道延伸方向以及不同类型的井别,实验进程中对相关参数进行实时调控、对实验结果进行采集的控制系统等,通过本发明,能够模拟钻井工作液从井筒模拟器中的前期养护到进入地层模拟器的后期养护连续进行过程、地层温度、地层压力、井筒与地层高温高压下的压差、流态以及不同类型的漏失通道等井下环境及在超过地层承压能力后的漏失情况,通过对实验结果的分析、解释从而对现场施工提出更有针对性的施工方案。

[0008] 高温高压漏失地层模拟封堵测试装置,主要由气源、油箱、上釜体、下釜体、水源、磁力驱动器、变频电机、中央处理系统、数据显示系统、集液罐组成,其特征在于,所述上釜体有上釜盖、上釜体加热器,下釜体有下釜盖、下釜体加热器,上釜体和下釜体之间有中间釜盖和连通阀;所述上釜体连接油箱、气源并设有溢油观察口,上釜体还连有回油阀和回油气源,所述上釜体既分别连接上釜体加压泵、上釜体泄压泵,又分别连接上釜体压力传感器和上釜体热电偶,该压力传感器、热电偶与中央处理系统相连;所述下釜体连接水源并设有溢水观察口,所述下釜体既分别连接下釜体加压泵、下釜体泄压泵,又分别连接下釜体压力传感器和下釜体热电偶,该压力传感器、热电偶与中央处理系统相连。

[0009] 所述上釜体内部装有浆体和浆叶,浆叶上依次有垫圈、隔膜片和压盖以分隔浆体和上部的加压介质,浆叶转轴通过磁力驱动器被变频电机带动旋转,该电机与中央处理系统相连。

[0010] 所述下釜体内部装有模拟岩心,所述模拟岩心中有漏失通道,中间釜盖下部通过螺纹和模拟岩心连接,实现密封。

[0011] 所述下釜体连接集液罐,集液罐连有电子天平,电子天平与中央处理系统相连。为了冷却从下釜体出来的高温液体,集液罐还连有冷凝器。

[0012] 所述上釜体、下釜体分别连接上釜体爆破片、下釜体爆破片,高压管路装有爆破片,用来保护整个超高压系统及操作人员的安全。

[0013] 所述中央处理系统连接数据显示系统。

[0014] 本发明上釜体的釜盖上部装有磁力驱动器,磁力驱动器通过三角带和变频电机相互连接实现同线速度的转动为釜体内部的浆叶的转动提供原动力,上釜盖设计有溢油观察口,上釜体内部设计和稠化浆杯相似,浆叶转轴和磁力驱动器相连,在浆叶和磁力驱动器之间有垫圈、隔膜片和压盖,上釜体通过加压管线和泄压管线分别与加压泵和泄压泵相连,加压泵通过气源把油箱里面的油推进加压泵然后通过加压泵不断的对上釜体用油作为加压介质进行加压,在实验完毕通过回油管线并对油箱排气把釜体内部的油压回油箱,压力传感器位于高压管路上用来测试釜内压力,热电偶直接插入釜体内部,压力传感器和热电偶终端连接中央处理系统并通过显示系统以图文形式显示出来,用来保护整个超高压系统及操作人员的安全,上釜体和下釜体通过中间釜盖的连通阀实现连通或隔断,中间釜盖下部通过螺纹和模拟岩心连接,在模拟岩心外部是通过水源进行升温、升压的实现,下釜体顶部

有溢水观察口,下釜体有加压泵和压力传感器,还连接有热电偶和水源,下釜体也连有泄压泵,还连有集液罐,在釜体之间的连通阀打开时,上釜体的浆体在压差的作用下通过连通阀进入下部裂缝并排出相应体积的水到集液罐,在集液罐收集后进入电子天平的烧杯,电子天平直接和中央处理系统相连。

[0015] 本发明中,井筒模拟器由上釜体采用加热器、加压泵和泄压泵并通过上釜体压力传感器、上釜体热电偶和中央处理系统相连,完成对数据进行采集、传输、控制,上釜体使用最高温度为 200℃,压力为 120MPa,用于模拟不同井深钻井工作液在由井眼到漏失地层流动过程中温度和压力的变化过程。

[0016] 本发明中,上釜体内部装有浆叶且浆叶上有垫圈、隔膜片、压盖以分隔浆体和上部的加压介质,浆叶转轴连接磁力驱动器和变频电机,用于模拟不同井深钻井工作液在井眼到漏失地层流动过程中流态的变化。

[0017] 本发明中,地层模拟器由下釜体采用加热器、加压泵、泄压泵并通过下釜体压力传感器、下釜体热电偶和中央处理系统相连接,在此系统设计使用最高温度为 200℃,压力 120MPa,模拟不同井深和类型的漏失层段地层环境并让堵浆在此进行后期养护。

[0018] 本发明中,地层模拟器的泄压泵保证了在上釜体的高压流体进入地层模拟器时模拟地层在高压下泄压并通过集液罐收集漏失的液体,在集液罐下有电子天平和中央处理系统相连,模拟在现场钻进过程中钻开易漏地层当井眼内有效液柱压力高于地层破裂压力而压破地层引发的钻井工作液在高温高压下漏失的情况。

[0019] 本发明中,与集液罐相连的冷凝器用于对高于 100℃ 的高温高压液体进行收集。

[0020] 本发明中,井筒模拟器上釜体和地层模拟器下釜体通过连通阀实现开启和关闭,模拟井筒和地层在漏失前分别处于两个不同的高温高压体系,在漏失时处于两个高温高压下的压差。上釜体和下釜体通过旋转主轴同轴旋转,以模拟不同延伸方向的漏失通道以及水平井、大位移井、定向井等不同类型的井在不同工况下的漏失情况。

[0021] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0022] 本发明能够在室内有效的模拟地下温度(最高使用温度 200℃)、压力(最高使用 120MPa)及浆体在井筒内不同泵送速度下的流动状态;对以前的裂缝进行了延长,在实验结束后可以拆开直接观察封堵效果,并且对岩心设计了孔隙裂缝介质模型和不同的孔喉比以及不同延伸方向;漏失前井筒模拟器内的前期养护和漏失后地层模拟器中的后期养护处于各自独立的温度、压力控制系统,一改以前仪器盛浆筒和模拟岩心相互连通并只能实现正压差情况不能模拟井筒内出现负压差的情况,能有效模拟由于井筒内浆体有效压力高于地层承压能力引发的地层在高温、高压下的漏失情况;仪器整体可以旋转,达到对漏失通道在地层中的不同延伸方向和直井,斜井,水平井等不同类型的井况的模拟;并且对数据实施实时采集,方便下一步的有效分析。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明结构示意图;

[0024] 图 2 为本发明上釜体、下釜体装配示意图;

[0025] 图 3 为本发明上釜体内部结构示意图;

[0026] 图 4 为本发明下釜体内部结构示意图。

[0027] 图中：

[0028] 1、气源,2、油箱进气阀,3、油箱排气阀,4、油箱,5、进油阀,6、回油阀,7、下釜体泄压泵,8、溢水观察口,9、上釜体,10、上釜盖,11、上釜体泄压泵,12、冷凝器,13、集液罐,14、电子天平,15、下釜盖,16、下釜体加热器,17、下釜体,18、中间釜盖,19、上釜体加热器,20、磁力驱动器,21、溢油观察口,22、变频电机,23、上釜体爆破片,24、上釜体压力传感器,25、上釜体热电偶,26、下釜体压力传感器,27、下釜体热电偶,28、水源,29、下釜体爆破片,30、下釜体加压泵,31、上釜体加压泵,32、回油气源,33、数据显示系统,34、中央处理系统,35、连通阀,36、旋转主轴,37、浆叶转轴,38、压盖,39、隔膜片,40、垫圈,41、浆叶,42、模拟岩心,43、漏失通道

具体实施方式

[0029] 参看图 1、图 2、图 3。

[0030] 高温高压漏失地层模拟封堵测试装置,主要由气源 1、油箱 4、上釜体 9、下釜体 17、水源 28、磁力驱动器 20、变频电机 22、中央处理系统 34、数据显示系统 33、集液罐 13 组成,其特征在于,所述上釜体 9 有上釜盖 10、上釜体加热器 19,下釜体 17 有下釜盖 15、下釜体加热器 16,上釜体和下釜体之间有中间釜盖 18 和连通阀 35;所述上釜体通过进油阀 5 连接油箱 4 并设有溢油观察口 21,油箱 4 通过油箱进气阀 2 连接气源 1,油箱连有油箱排气阀 3,上釜体连有回油阀 6 和回油气源 32,所述上釜体既分别连接上釜体加压泵 31、上釜体泄压泵 11,又分别连接上釜体压力传感器 24 和上釜体热电偶 25,该压力传感器、热电偶与中央处理系统 34 相连;所述下釜体连接水源 28 并设有溢水观察口 8,所述下釜体既分别连接下釜体加压泵 30、下釜体泄压泵 7,又分别连接下釜体压力传感器 26 和下釜体热电偶 27,该压力传感器、热电偶与中央处理系统 34 相连;所述上釜体内部有浆叶 41,浆叶转轴 37 通过磁力驱动器 20 被变频电机 22 带动旋转,该电机与中央处理系统 34 相连;所述下釜体连接冷凝器 12 和集液罐 13,集液罐连有电子天平 14,电子天平与中央处理系统 34 相连;所述中央处理系统连接数据显示系统 33。

[0031] 所述上釜体、下釜体分别连接上釜体爆破片 23、下釜体爆破片 29。

[0032] 参看图 2。

[0033] 上釜体和下釜体之间有中间釜盖 18,并通过旋转主轴 36 同轴旋转,以模拟不同延伸方向的漏失通道以及水平井、大位移井、定向井等不同类型的井在不同工况下的漏失情况。

[0034] 参看图 3。

[0035] 所述上釜体内部装有浆体和浆叶 41,浆叶上依次有垫圈 40、隔膜片 39 和压盖 38 以分隔浆体和上部的加压介质,浆叶转轴 37 通过磁力驱动器被变频电机带动旋转。

[0036] 参看图 4。

[0037] 所述下釜体内部装有模拟岩心 42,所述模拟岩心有漏失通道 43,中间釜盖 18 通过螺纹和模拟岩心 42 连接,实现密封。

[0038] 实验时组装好岩心并和中间釜盖用螺纹无缝连接,放入下釜体中,关闭连通阀,装好上釜体,放入浆叶倒浆,装好垫圈、隔膜片和压盖,上釜盖连接电机,打开气源不断向油箱进气,把油箱的油压入上釜体,直到溢油观察口有油溢出为止,关好溢流口的阀门,同时不

断的给下釜体供水,直到溢水口有水溢出为止,关好溢水口的阀门,在中央数据处理系统对温度和压力进行设置,打开上釜体加压泵,下釜体加压泵,上釜体加热器,下釜体加热器,上釜体泄压阀,下釜体泄压阀,让浆体在上釜体进行前期养护,在养护完毕后打开中间釜盖让养护好的浆体在压差的情况下不断进入下釜体,同时下釜体内有等体积的浆体不断从集液罐流出,上釜体内由于浆体流出压力不断的下降,同时上釜体加压泵不断补压,如果浆体能在漏失通道中承受一定的压力则上部的压力将要有所回升直到达到设定压力为止;在封堵住过后,关掉连通阀,清洗上釜体,并对下釜体岩心中的浆体进行养护,在养护时间到一定时间后就对在上釜体加满压裂液对下釜体进行试压,考察不同时间段化学堵浆起结构后的承压能力的变化,如果浆体在裂缝不能承受住压力以至于和上釜体的压力平衡则上釜体加压泵将不断的打压,下釜体泄压泵在超过设定的地层承压能力后将上釜体进入的液体流出,直到上部堵浆漏完为止实验结束;从而筛选出符合要求的堵漏材料及体系。

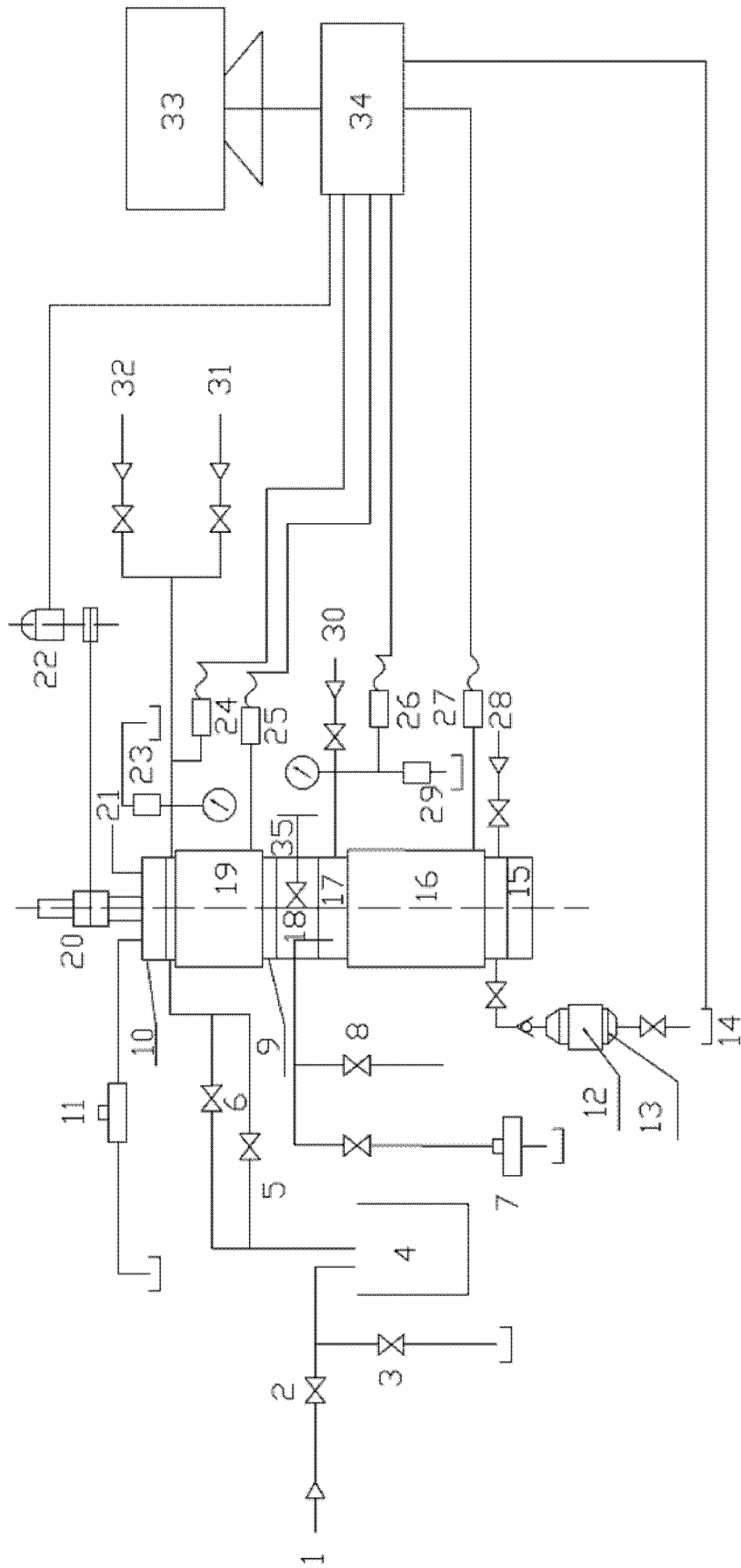


图 1

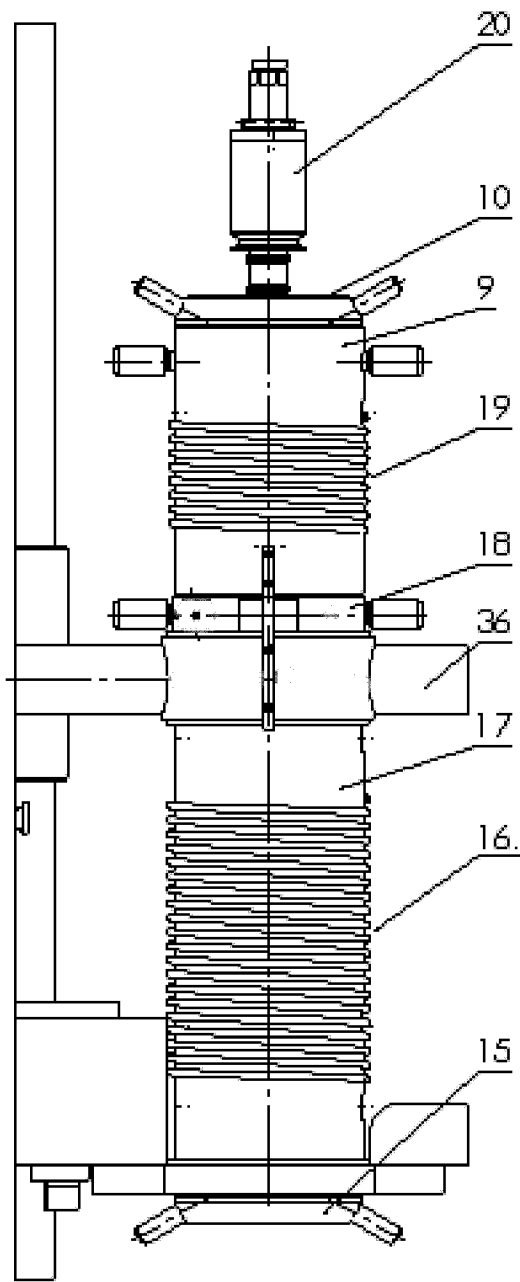


图 2

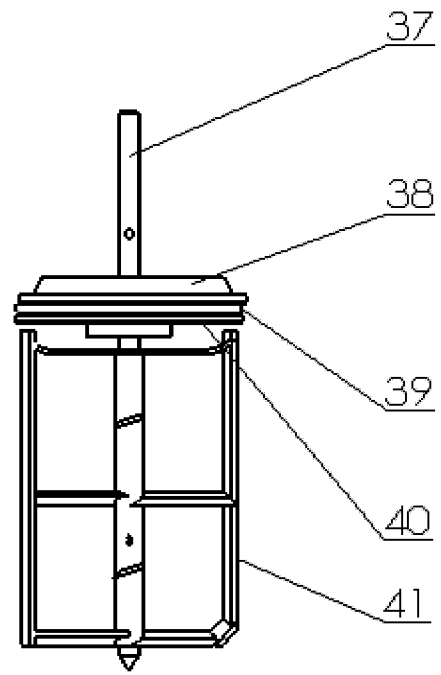


图 3

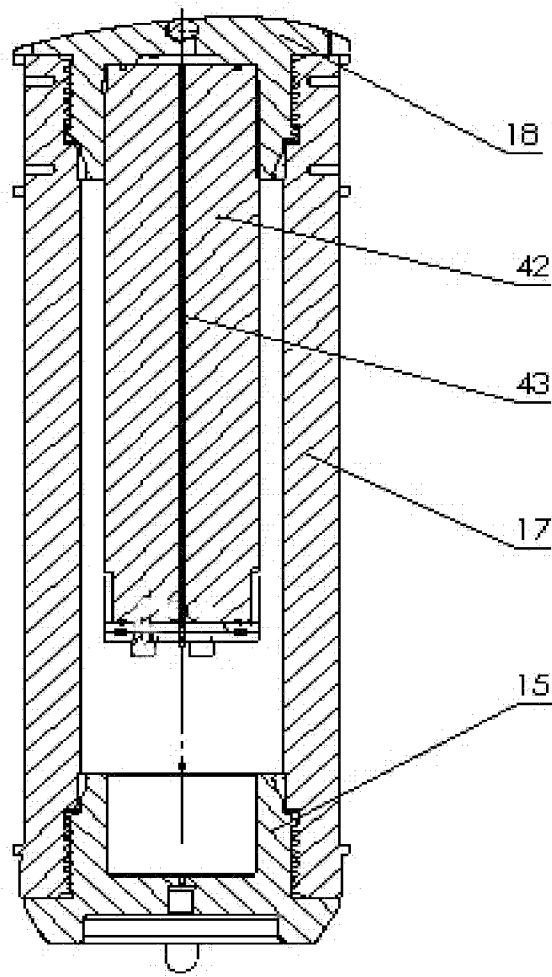


图 4